

环境空气质量监测规范

与环境空气监测污染控制新技术新方法

及监督管理实务全书



HUANJING KONGQI ZHI LIANG GUA GE JI CHU BIAN

环境科学出版社

环境空气质量监测规范与 环境空气监测污染控制新 技术新方法及监督管理 实务全书

主编 本书编委会

环境科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境空气质量监测规范与环境空气监测污染控制新技术新方法及监督管理实务全书/本书编委会主编 - 北京:环境科学出版社,2007.3

ISBN 978-7-81101-456-3

I. 环… II. 本… III. 环境空气质量监测规范 - 与环境空气监测污染控制新技术 - 新方法及监督管理 - 实务全书 IV. U250

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 184587 号

策划编辑	刘 奔	责任编辑	仇战军	封面设计	欧海英
版式设计	晨 成	责任校对	邓新平	责任印制	欧帅腾

环境空气质量监测规范与环境空气监测污染控制新技术新方法及监督管理实务全书
主 编 本书编委会

出版发行	环境科学出版社
经 销	新华书店
印 刷	北京光华印刷厂
照 排	北京国首电脑排版中心
开 本	787 × 1092 毫米 1/16
印 张	34
字 数	75 千字
版 本	2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷
印 数	1 - 1000 册

书 号	ISBN 978-7-81101-456-3
定 价	298.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

编 委 会

主 编 本书编委会

副主编 张 思 卢文玲 刘 波 张 亮

编委会	刘建康	谢 军	刘 奔	仇战军
	李大鹏	陈金文	殷德军	邹多刚
	张绍刚	杨 敏	谢大力	孟 丽
	马 东	冯思语	张 楠	段平梁
	李 翔	陈 刚	帅 霞	刘 红
	邓 雨	丁雪梅	刘 帅	吴 伟
	谢 姣	马凤春		

前 言

随着社会的进步,工业得到了蓬勃的发展,污染问题不断产生,环境空气污染也不断加剧,加强环境空气质量监测,防治大气污染,保护和改善人们生活和生态环境,保障人体健康,从而促进经济和社会的可持续发展。

环境空气质量监测,是由一整套较为完善的环境空气质量指标组成。质量保证和质量控制工作是环境监测工作的生命线,环境监测站把监测技术与质量控制技术指导放在首位,通过加大对环境监测质量保证与质量控制,确保了环境监测数据的科学性、准确性和可靠性,同时为了加强应急监测工作,充分重视突发性环境污染事故应急监测工作,组织开展实际应急监测工作,做好辖区内危险源、危险品调查,并广泛开展环境监测技术交流,对长期从事监测工作的技术人员进行多形式、多渠道的培训,从整体上提高监测队伍的素质。

环境空气质量监测与环境水质监测有许多不同之处。空气没有边界,受气象因素的影响很大,因此,环境空气质量监测数据的实时性十分显著。为要准确测定空气中各类污染物及其变化情况,准确掌握他们的布点、采样技术和测定方法非常重要。另外,空气监测数据量很大,从大量数据中,通过各种处理方法,提取有价值的信息,为环境规划、管理服务,是环境监测部门的主要任务之一。本书详细介绍了世界卫生组织全球监测系统采用的空气监测数据处理方面的知识和应用技术,便于与国际对比和交流。同时又介绍了常用的模式计算方法,对如何应用大量数据,寻找规律,提供空气质量和质量信息,为决策者服务起到一定作用。

近年来,我国建立一批自动连续空气质量监测系统,此类系统都属无人值守。所以,数据的准确可靠性,常成为环境科学家质询的焦点。针对这一问题,编者结合实际工作中的理论知识和经验,在书中如果控制自动监测系统的质量方面,使所得数据,具有充分的辩护能力。环境空气监测质量控制与管理与环境空气污染监测分析方法与监督也作了详细的阐述。

本书编者怀着极大的热忱,付出了很多的努力,以求对空气监测工作者有所贡献。由于水平有限,错、漏和不当之处在所难免,望读者批评指正。

编委会

目 录

前 言	(1)
环境空气质量监测规范(试行)	(1)
第一章 空气污染概论	(1)
第一节 污染来源	(1)
第二节 空气污染的类型	(2)
第三节 污染物分类	(4)
第四节 污染物的状态	(5)
第二章 与空气监测有关的自然因素	(11)
第一节 天气因素	(11)
第二节 地形条件	(21)
第三章 空气质量标准及监测结果的表示方法	(26)
第一节 空气质量标准	(26)
第二节 污染源排放标准	(29)
第三节 监测结果的表示方法	(30)
第四章 布点及采样的一般原则	(37)
第一节 环境空气监测的布点与采样	(37)
第二节 污染源监测的采样布点	(44)
第五章 采样系统的组成	(52)
第一节 环境空气监测采样系统的组成	(52)
第二节 污染源监测采样系统的组成	(68)
第六章 颗粒物采样	(80)
第一节 环境空气中颗粒物的采样	(80)
第二节 污染源颗粒物的采样	(90)
第七章 气体采样	(101)
第一节 环境空气的气体采样	(101)
第二节 污染源排气的采样	(108)

第八章 颗粒物的测定	(111)
第一节 灰尘自然沉降量的测定	(111)
第二节 总悬浮颗粒物的测定	(112)
第三节 可吸入颗粒物的测定	(118)
第九章 含硫化合物的测定	(122)
第一节 环境空气中含硫化合物的测定	(122)
第二节 污染源排放物中含硫化合物的测定	(140)
第十章 无机含氮化合物的测定	(149)
第一节 环境空气中含氮化合物的测定	(149)
第二节 污染源排放物中含氮化合物的测定	(157)
第十一章 环境空气中臭氧和总氧化物及光化学污染物的测定	(166)
第一节 臭氧及总氧化物测定	(166)
第二节 过氧化氢的测定	(170)
第三节 脂肪醛的测定	(171)
第四节 过氧乙酰硝酸酯的测定	(177)
第十二章 含碳化合物的测定	(180)
第一节 环境空气中含碳化合物的测定	(180)
第二节 污染源排气中含碳化合物的测定	(187)
第十三章 空气污染源控制	(192)
第十四章 颗粒污染物控制	(198)
第十五章 气态污染物的常规控制新技术	(232)
第十六章 气态污染物控制新技术	(259)
第十七章 烟气脱硫脱硝技术	(280)
第十八章 数据处理	(304)
第一节 数据处理的基本步骤	(304)
第二节 原始数据的记录和报表	(306)
第三节 常用统计量	(311)
第四节 污染源监测数据的处理	(321)
第十九章 监测数据的综合表示法	(329)
第一节 列表法	(329)
第二节 图示法	(329)
第三节 污染浓度变化趋势的分析	(347)
第四节 监测数据的相关分析	(352)
第二十章 空气质量评价指数	(357)

第一节	几种空气质量指数	(357)
第二节	空气质量评价指数的选择	(364)
第二十一章	常用大气扩散计算模式	(367)
第一节	高斯模式	(367)
第二节	萨顿扩散模式	(370)
第三节	扩散参数的估算方法	(371)
第四节	烟气抬升的数值模式	(378)
第二十二章	空气质量监测规划的任务	(383)
第一节	城市和工业区域空气质量监测规划的任务	(383)
第二节	乡村和边远地区空气质量监测规划的任务	(384)
第三节	统计设计方面的设想	(386)
第二十三章	空气质量的时、空变化	(387)
第一节	空气质量时、空变化的基本情况	(387)
第二节	时间变化	(387)
第三节	空间变化	(389)
第四节	相关分析	(390)
第二十四章	单一监测站的建站规范	(392)
第一节	建设单一监测站的基本要求	(392)
第二节	实际的设想	(392)
第三节	仪器造成的采样变化率	(393)
第四节	采样站附近的微气候环境	(394)
第五节	在空旷乡间建立空气质量监测站的规范	(395)
第六节	城市空气质量监测站的建站规范	(398)
第七节	预测的土地使用类型	(399)
第二十五章	常规空气监测质量控制	(401)
第一节	实验室内质量控制	(401)
第二节	实验室间质量控制	(425)
第二十六章	空气质量连续自动 监测系统的性能审核	(456)
第一节	性能审核工作的一般原则	(456)
第二节	性能审核工作的质量控制程序	(458)
第三节	性能审核数据的处理和分析	(460)
第二十七章	空气质量连续自动监测系统的管理	(465)
第一节	系统工作人员的培训	(465)
第二节	系统主要设施的管理	(466)

第三节	质量保证程序的执行	(469)
第四节	维护检修制度的建立	(470)
第五节	技术档案文件的管理	(474)
第二十八章	大气污染监测与环境管理	(476)
第一节	环境监督是环境管理的重要内容	(476)
第二节	环境监测是环境监督的重要手段	(486)
第三节	大气污染监测与环境监督	(493)
第二十九章	大气环境质量和污染物监测分析方法	(500)
第一节	大气监测主要分析方法	(500)
第二节	自动监测分析方法与流程	(507)
第三十章	经排放污染物申报登记管理规定	(512)
第三十一章	中华人民共和国大气污染防治法(修订)	(514)
第三十二章	中华人民共和国环境保护法	(525)
第三十三章	环境保护法规解释管理办法	(531)

第一章 空气污染概论

第一节 污染源

空气污染来源于自然的和人为的两个方面。由于人类活动或自然原因排放到空气中的物质,当其浓度及持续时间足以对人的舒适感、健康、福利和设施或对生态环境产生不利影响时,即称空气污染。

一、自然源

在未受人为污染的空气中,由自然原因产生的空气污染物,经输送混匀后的污染物浓度为空气的自然背景值,该自然原因称为自然源。

从贴近地球表面到上空 80km 的空间为匀气层,其组成混合得十分均匀。但是与人类活动和空气污染关系密切的,仅是与地面直接相连,高度约为 12km 的大气层。即对流层。尤以受地形和人类活动的影响最大的、从地表以上 2Km 高度之内的大气层最为密切。对流层中的清洁干燥空气成分及其浓度列于表 1-1。

表 1-1 干燥空气的成分

成分	化学式	浓度(体积比)
氮	N_2	$78.034 \pm 0.004\%$
氧	O_2	$20.948 \pm 0.002\%$
氩	Ar	$0.934 \pm 0.001\%$
水蒸气	H_2O	变化(% - Ppm)
二氧化碳	CO_2	325ppm
氖	Ne	6PPmq
氦	He	5PPm

成分	化学式	浓度(体积比)
氪	Kr	1 Ppm
氙	Xe	0.08PPm
甲烷	CH ₄	2 ppm
氧	H ₂	0.5 PPm
氧化亚氮	N ₂ O	0.3 ppm
一氧化碳	CO	0.05 - 0.2ppm
臭氧	O ₃	变化(0.02 1 0PPm)
氨	NH ₄	PPb
二氧化氮	NO ₂	1 ppb
二氧化碳	SO ₂	1 ppb
硫化氢	H ₂ S	0.05 ppb

二、人为源

由于人类活动的原因而产生空气污染,该人为原因称为人为源。几乎所有的人类活动都能产生或多或少的空气污染物。

第二节 空气污染的类型

空气污染的类型主要取决于能源采用的是煤还是石油,同时气象条件如阳光辐射量、湿度、风向、风速、逆温层高度和强弱等,也起着重要作用。空气污染按主要污染物的化学性质,可分为三种类型。

一、还原型

还原型,即煤炭型又称伦敦烟雾型,污染物的主要来源是燃煤的烟囱排气,因为烟气中含有燃煤时生成的较高浓度的二氧化硫、煤烟以及一氧化碳,具有还原性质,所以称为还原型空气污染。主要污染物是二氧化硫、颗粒物和一氧化碳。能引起呼吸道和心肺疾病。

煤烟型烟雾在 50 年代时,曾经常出现于英国伦敦。在出现高湿度和低温天气,再

加上小风或静风以及存在逆温时,烟囱排放物难以扩散而积聚在低空中形成浓雾。典型的伦敦烟雾事件发生于1952年12月5—8日。在此期间因温度逆增,逆温层在40—150m的低空。使燃煤产生的烟雾不断积聚,颗粒物浓度最高达 $4.46[\text{mg}/\text{m}^3(\text{标})]$ 为平时的10倍,二氧化硫最高达1.34ppm;为平时的6倍。烟雾中的三氧化二铁促使二氧化硫氧化成硫酸,凝结在烟尘或凝源上形成酸雾,使4天中死亡的人数比同期增加4000人,称为伦敦烟雾事件。随着能源结构的改变,煤炭在燃料中的比重大大减少,逐步由石油所代替。另一方面由于消烟除尘设备的改进,使空气中颗粒物大大减少。从全世界范围来看,伦敦型的烟雾自70年代以来,已经较少发生。

二、氧化型

氧化型,即石油型,又称洛杉矶光化学烟雾型,污染物的主要来源是汽车排气和烧油锅炉的排气。由于采用石油为燃料,排气中含有的主要污染物是氮氧化物和碳氢化物。它们受阳光中的紫外线照射而引起光化学反应,生成二次污染物臭氧、过氧化乙酰硝酸酯(PAN)和醛类等,具有氧化性质,所以称为氧化型空气污染。这些二次污染物能造成橡胶制品的开裂,对人类的限粘膜有强烈的刺激作用,并能引起呼吸系统疾病。

氧化型烟雾首先出现于英国洛杉矶市。40年代初期,洛杉矶全市有250多万辆汽车,每天消耗汽油约16000kL,向空气排放大量碳氢化合物、氮氧化物和一氧化碳。该市临海依山,处于50km长的盆地中,一年约有300天出现逆温,5—10月阳光强烈,汽车排出的废气在阳光作用下,形成以臭氧为主的淡蓝色有刺激性的烟雾,称为洛杉矶光化学烟雾。由于全世界用石油作燃料的比重不断增加,这一类型的空气污染范围也在逐渐扩大。

表1-2为两种类型空气污染的比较。

三、混合型

混合型的污染,除了来自煤炭和石油燃烧产生的污染物外,还有从工业企业排出的各种化学物质,互相结合在一起所造成的空气污染,如1948年10月26—31日在美国宾餐法尼亚州多诺拉镇发生的多诺拉污染事件和1961年在日本四日市发生的哮喘事件,都属于混合型污染。

表1-2 空气污染的类型

环境情况	还原型(伦敦烟雾)	氧化型(洛杉矶烟雾)
发生时的温度	-1.1~4℃	24—32℃

环境情况	还原型(伦敦烟雾)	氧化型(洛杉矶烟雾)
发生时的湿度	85%以上	70%以上
逆温种类	辐射性逆温	下沉逆温
风速	无风	8km/h以下
烟雾最浓时的视距	100m以下	1.6~0.8km以下
最容易发生的时间	12月,1月(冬末春初)	8月,9月(夏季)
发生地区使用的主要燃料	煤及石油燃料	石油类燃料
主要污染物	硫的化合物(SO_2 和硫酸雾)。颗粒物 and CO (一次污染物为主)	O_3 有机过氧化物、醛类 CO 、硝酸雾、硫酸雾(二次污染物为主)
反应类型	热反应	光化学和热反应
化学作用	还原	氧化
发生时间	早晨	中午
对人体的影响	刺激呼吸系统器官,引起咳嗽等	短时间的刺激眼粘膜并能引起呼吸系统疾病

多诺拉镇位于河谷中,10月末该地的大部地区受反气旋下沉逆温控制,加上26—30日持续有雾,使空气污染物在近地层积累。估计 SO_2 浓度为0.5—2.0ppm,并存在明显的尘粒。确人认为 SO_2 的氧化产物 SO_3 及其与金属氧化物反应生成的硫酸盐,它们与空气中的尘粒结合在一起是造成危害的因素。

1955年以来,四日市石油冶炼和工业燃油产生的废气,严重污染城市空气。全市工厂粉尘、 SO_2 年排放量达1.3Mt。空气中 SO_2 浓度超出标准5—6倍。500m厚的烟雾中飘浮着多种有毒气体和有毒金属粉尘、重金属微粒与 SO_2 形成的硫酸烟雾。

这种类型的污染导致的污染事件,使50%以上的人成为发病者,死亡十多人。多诺拉污染症状是综合性的。除呼吸系统疾病外,还伴有胸闷腹泻。四日市污染症状主要为哮喘、肺气肿和其它呼吸道疾病。

第三节 污染物分类

空气污染物按其形成的过程可区别为一次污染物和二次污染物。

一、一次污染物

由污染源直接排入环境空气中,其物理和化学性状未发生变化的污染物称为一次污染物,又可称为原发性污染物。一次污染物是相对于二次污染物而言的,后者则是由一次污染物转化而成。有些污染物既可能是直接由污染源排出的一次污染物,又可能是在环境中转化而成的二次污染物。如空气中的 SO_3 ,可能是由污染源直接排出的一次污染物,也可能是二氧化硫氧化生成的二次污染物。还原型空气污染主要是一次污染物的污染,而氧化型空气污染则主要是二次污染物的污染。

二、二次污染物

排入空气中的污染物在物理、化学因素的作用下发生变化,或与环境中的其它物质发生反应所形成的物理、化学性状与一次污染物不同的新污染物,称为二次污染物,又称为继发性污染物。如一次污染物 SO_2 在环境中氧化成硫酸盐气溶胶,汽车废气中的氧化氮、碳氢化合物等在日光的照射下发生光化学反应生成的臭氧、过氧化乙酰硝酸酯、醛类等反应生成物,均为二次污染物。通常二次污染物对环境和人体的危害比一次污染物严重。二次污染物的形成机制往往很复杂。在研究光化学烟雾和酸雨的形成机制中,二次污染物形成机制的研究,亦是一个重要的内容。

第四节 污染物的状态

污染物质在空气中的存在状态,是由它本身理化性质及其形成过程决定的。气象条件也对它产生一定的影响。空气中的污染物质的状态大致可分成气态和蒸气以及气溶胶两类。

一、气态和蒸气

气态是指某些污染物质在常温常压下以气体形式分散在空气中。常见的气体污染物质有:一氧化碳,氮氧化物(NO 、 NO_2)、氯气、氯化氢,氟化氢、臭氧等。

蒸气是指某些物质在常温常压下是液体或固体(如:苯、丙烯醛、汞在常温常压下是液体,酚在常温常压下是固体),但由于它们的沸点或熔点低,挥发性大,因而能以蒸气态

挥发到空气中。

不论是气体分子还是蒸气分子,它们的运动速度都较大,扩散快,且在空气中扩散得比较均匀。另外,扩散情况与其比重有关,比重小者向上飘浮,比重大者(如:汞蒸气)向下沉降。还受温度和气流的影响,它们随气流以相等速度扩散,故空气中许多气体污染物常能传送到很远的地方。

二、气溶胶

气溶胶是由固体颗粒液体颗粒或固体及液体颗粒悬浮于空气介质中的一种悬胶体,其降落速度极小。由固体颗粒形成的称“固体气溶胶”,由液体颗粒形成的称“液体气溶胶”。

(一)气溶胶的分类

对于气溶胶,目前尚无统一的分类方法,按其在重力作用下的沉降特性可分力总悬浮颗粒物、降尘和可吸入颗粒物。习惯上对各种不同物理性质和不同大小的尘粒,有不同的名称,一般可分为:

1. 总悬浮颗粒(total suspended particulate matter)

总悬浮颗粒是指空气中的所有固体和液体颗粒,具有足够小的粒径,在重力作用下不会沉降至地面。一般是指用大流量采样器采集样品,流量为 $1.1\text{—}1.7\text{m}^3/\text{min}$,可收集在超细玻璃纤维滤膜上的颗粒,其粒径为 $0.1\text{—}100\mu\text{m}$ 。

2. 降尘(dustfall)

降尘为较大的颗粒,在空气中沉降相当快,一般是指粒径大于 $80\mu\text{m}$ 的颗粒物,可用开口集尘罐收集样品。但在静止空气中, $10\mu\text{m}$ 以下的颗粒也能沉降。

3. 可吸入颗粒物(inhalable particles)

指粒径在 $10\mu\text{m}$ 以下的颗粒,可进入上、下呼吸道。

4. 尘粒(grit)

尘粒指在大气或烟道气中气载的固体颗粒,通常指空气动力当量直径大于 $75\mu\text{m}$ 者。

5. 粉尘(dust)

粉尘通常指空气动力当量直径在 $75\mu\text{m}$ 以下的固体小颗粒,靠本身重量可以从空气中沉降下来,能在空气中悬浮一段时间。

6. 灰(ash)

含碳物质燃烧后残存的固体残渣为灰:虽然灰中可以含有未完全燃烧的燃料,但为了分析目的,经常假定它是完全燃烧的。

7. 飞灰(ashfly)

飞灰是燃料燃烧产生的烟道气夹带的灰的细小颗粒。

8. 总灰 (ashtotal)

总灰是指煤在一定条件下燃尽后所剩下的总矿物残渣。这个定义也适用于其它燃料。

9. 烟尘 (fume)

烟尘是一种固体颗粒气溶胶。一般是在冶炼过程中熔化的物质蒸发后凝聚而产生的。并且经常伴随发生氧化反应。

10. 烟粒 (soot)

烟粒是由不完全燃烧所形成,并在排放前沉积下来的含碳颗粒。

11. 烟 (smoke)

烟是一种可见的气溶胶,通常由燃烧而产生,不包括水蒸汽。

12. 烟雾 (smog)

此名词由烟和雾派生而来。它是由部分天然过程和部分人类活动产生的气溶胶所造成的大范围大气污染。如硫酸烟雾和光化学烟雾。硫酸烟雾是燃煤产生的二氧化硫受尘粒上金属氧化物的催化作用生成硫酸,凝结在烟尘或凝核上形成硫酸烟雾,也称伦敦型烟雾。光化学烟雾是汽车废气中的碳氢化合物和氮氧化物经阳光照射发生光化学反应所形成的。光化学烟雾也称洛杉矶型烟雾。

13. 霾 (haze)

霾是一种极其微小,但肉眼又可看见的大气中干尘粒的悬浮体。如果这种颗粒足够多时,天空就呈现乳白色。由于霾粒能起到凝结核的作用,特别是当霾粒是可溶性的,在小霾滴上所形成的水汽压低于较大霾滴上的水汽压时,此时霾与霾的界线就难于划清了。

14. 雾 (mist)

雾是一个不严格的名词,指在空气中悬浮有微小水滴。在气象学上它相当于能见度在 1-2km 之间。

15. 雾 (fog)

通常指微小液滴在空气中的悬浮体系。在气象学上是指使大气能见度减小到 1km 以内的水滴悬浮体系。

16. 阿氏颗粒 (aiken particle)

阿氏颗粒是一种在大气中飘浮的粒子,粒径小于 $10^{-1}\mu\text{m}$ 而大于 $10^{-3}\mu\text{m}$ 。阿氏颗粒没有凝聚核那样的典型作用。但它在大气电离现象中起重要作用。

各种气溶胶颗粒大小的界限很难截然划分,为了便于说明其相对分布状况,人为的规定了一些界限。这类物质可以小到由几个分子集结而成,也可大到目视可见的程度。由于气溶胶粒度大小不同,在化学和物理学性质上的差异也是很大的。极细的颗粒几乎

与气体和蒸气一样,它们受面朗运动支配,在空气中经过碰撞,能聚集或凝聚成较大的颗粒。而较大的粒子因受重力影响很大,很少聚集或凝聚。

作为最基本的区分,可将气溶胶分为粗粒和细粒两类,它们来源不同,化学性质也完全不同。受煤烟污染的空气中的细颗粒,主要包括阿氏颗粒及相互碰撞后生成的聚积核。阿氏颗粒主要来源于燃烧过程产生的一次气溶胶和气体分子通过化学反应均相成核转化形成的二次气溶胶。因此,阿氏颗粒可在燃烧源附近产生的新气溶胶中找到以及在二次气溶胶的分布中发现。由于阿氏颗粒是不稳定的,它们相互之间或与聚积核之间发生碰撞长大而成为聚积核,所以在老化的气溶胶中不易发现阿氏颗粒。聚积核主要来源于阿氏颗粒的碰并,这种粒子不易被干、湿沉降除去,主要靠扩散除去。

粒径大于 $2\mu\text{m}$ 的可列入粗粒子,主要来源于机械过程产生的一次粒子以及海溅水沫、火山灰和风砂等。来源于自然界的粗粒子的化学组分与地表土接近,且各地变化不大。粗粒有显著的沉降速度,可通过干、湿沉降过程从空气中除去。

粗粒子和细粒子之间很少相互作用,彼此是独立的。

表 1-3 是对全球气溶胶来源所作的估算,表明气溶胶总量中只有约 10% 来自人为源。

表 1-3 全球气溶胶来源的估计量

污染源	气溶胶量(10^6t/a)	
	天然源	人为源
一次粒子		
烧煤产生的飘尘		36.0
炼铁		9.0
木材燃烧		8.0
石油燃烧		2.0
垃圾燃烧		4.0
农业废弃物		10.0
水泥		70
其它		16.0
海盐粒子	1000	
土壤粒子	200	
火山	4.0	
山林火灾	200	
小计	1004	92.0
二次粒子		